

d 10

10. 62-254428, Nov. 6, 1987, METHOD AND DEVICE FOR REACTIVE SPUTTERING ETCHING; AKIRA OZAWA, et al., H01L 21*302

=> d ab 10

17 JUN 93 12:55:00

U.S. Patent & Trademark Office

P017

62-254428

L29: 10 of 18

ABSTRACT:

PURPOSE: To form an excellent pattern by a method wherein a composite material, containing quartz glass and carbon or carbon **fluoride**, is arranged in a plasma region, and etching is performed while the density of **fluorine** radical is being controlled.

CONSTITUTION: In the reactive sputtering etching method wherein flon or chlorine glass is used, a composite material containing quartz glass and carbon or carbon **fluoride** are arranged in a plasma region, and etching is performed while the density of **fluorine** radical is being controlled. When the quartz glass arranged on the circumference of an etching table is **etched**, O.sub.2, Si, **SiO**.sub.x and the like are released into plasma.

17 JUN 93 12:55:10

U.S. Patent & Trademark Office

P017

62-254428

L29: 10 of 18

COF.sub.n and the like is grown, the density of **fluorine** radical is increased and an undercut is generated by the O.sub.2 released into plasma. On the other hand, carbon or Teflon (**CF**.sub.n) absorbs the O.sub.2 and **fluorine** radical contained in plasma, **CO**, **CO**.sub.2, **CF**.sub.n and the like are grown, and the radical component in plasma can be adjusted. As a result, anisotropic etching can be performed in a stabilized manner.

=>

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭62-254428

⑪ Int. Cl.⁴

特許記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)11月6日

H 01 L 21/302

C-8223-5F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 反応性スパッタエッチング方法と反応性スパッタエッチング装置

⑮ 特 願 昭61-96858

⑯ 出 願 昭61(1986)4月28日

⑰ 発 明 者 小 澤 章 厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社厚木電気通信研究所内

⑱ 発 明 者 吉 原 秀 雄 厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社厚木電気通信研究所内

⑲ 発 明 者 松 尾 誠 太 郎 厚木市森の里若宮3番1号 日本電信電話株式会社厚木電気通信研究所内

⑳ 発 明 者 正 田 真 茨城県那珂郡東海村大字白方字白根162番地 日本電信電話株式会社茨城電気通信研究所内

㉑ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区幸町1丁目1番6号

㉒ 代 理 人 弁理士 高山 敏夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

反応性スパッタエッチング方法と反応性スパッタエッチング装置

2. 特許請求の範囲

(1) フロン系あるいは塩素系ガスを用いる反応性スパッタエッチング方法において、プラズマ領域内に石英ガラス及び炭素又は弗化炭素を含む複合材料を配置して、フッ素ラジカルの濃度を制御してエッチングを行うことを特徴とする反応性スパッタエッチング方法。

(2) フロン系あるいは塩素系ガスを用いる反応性スパッタエッチング装置において、石英ガラス及び炭素あるいは弗化炭素を含むテーブルを備えることを特徴とする反応性スパッタエッチング装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体集積回路製造のために用いる高融点金属材料の微細パターン形成技術のう

ち、アンダーカットのない矩形の断面形状を有する金属パターンを形成させるエッチング方法およびその製造装置に関するものである。

(従来技術および発明が解決しようとする問題点)

半導体集積回路の高集積度化に伴い、サブミクロン領域の微細パターンを転写する技術としてX線露光技術が有望である。そして、この技術に不可欠なX線マスクの吸収体材料としては、X線阻止能や微細加工性などの観点から高融点金属材料が注目されている。

一般に、高融点金属材料のパターニングとしては、 CF_4 、 C_2F_4 、 CCl_2F_2 などのフロン系ガスや塩素系ガスを用いる反応性エッチング法が利用される。

第6図は、従来の反応性エッチング装置の概略図である。図において、1は真空試料室、2は上部電極、3は下部電極兼水冷試料テーブル、4はRF電源、5は絶縁材料、6は試料水冷パイプ、7は吸窓、8は石英エッチングテーブル、9は試料(基板)、10と12はストップバルブ、

特開0362-254428 (2)

11はエツティングガス導入バルブ、13は真空試料室内のリークバルブ、14は真空試料室内の真空度モニタ、20は可変主バルブ、21は吸引バルブ、22はエツティングバルブ、23は補助バルブ、24は排気系の真空度モニタ、25は液体窒素トラップ、26は水冷パツフル、27は油拡散ポンプ、28と31は油回転ポンプ、29はメカニカルブーストポンプ、30はストップバルブである。

この装置を動作させるためには、まず、真空試料室1内の石英エツティングテーブル8上にエツティングすべき試料(基板)9をセットした後、吸引バルブ21を開けて油回転ポンプ28で所定の圧力まで真空計14でモニタしながら真空試料室1内を吸引する。つぎに、吸引バルブ21を閉じてから、補助バルブ23を開け、さらに、可変主バルブ20を開けて、液体窒素トラップ25および水冷パツフル26を介して油拡散ポンプ27で前記真空試料室1内を所定の真空度まで本引する。つぎに、可変主バルブ20を閉じてから、ストップバルブ10を開けてガス導入バルブ11から CF_4 、

C_2F_6 、 CCl_2F_2 などの化学的に活性なフロン系あるいは塩素系ガスを前記真空試料室1内に所定の量だけ導入し、真空計14で真空試料室内のガス圧をモニタしながらストップバルブ30を開けるとともに、エツティングバルブ22を開閉して真空試料室内を所定の圧力になるようメカニカルブーストポンプ29と油回転ポンプ31とで排気する。つぎに、上部電極2と下部電極3との間にRF電源4から電力を供給して放電を起す。前記放電を所定の電力にセットし、さらに、所定のエツティング時間を経ることによつて、下部電極3の上に石英エツティングテーブル8を介して載っている試料9の表面に堆積している金属膜がエツティングされ所望の金属パターンが得られる。

一般に、化学的に安定なSiなどの反応性エツティングでは、イオン衝撃によつて引起こされるエツティング反応によつて、パターンの断面形状が矩形であるパターンが容易に本装置により実現できる。しかし、化学的に活性なTa、W、Moなどの高融点金属材料の反応性エツティングでは、

プラズマ雰囲気中の不純物ガスの影響を大きく受けるため、イオン衝撃によるエツティング反応と方向性がなくアンダーカットの原因となるラジカル反応を独立に制御できない本製造装置では矩形パターンの製造が難しい。

第7図は、 CF_4 ガスを用いた従来の製造装置でTa膜を反応性エツティングした後の SiO_2/Ta パターンの断面図である。図中42は基板、43は被エツティング材、44はマスクを示す。第8図はその顕微鏡写真を示す。図からも明らかなように、石英エツティングテーブルからエツティング雰囲気中に放出する O_2 や SiO_x 等の不純物ガスや不純物の影響により、ラジカル反応とスパッタ効果を十分に制御できないため、 $0.1\sim0.2\mu m$ のアンダーカットを有し、マスクパターン寸法からのパターン変換差が大きい。従つて、サブミクロン領域のパターン製造では重大な問題である。以上説明したように、従来の製造装置によるTa等の高融点金属材料のエツティング方法では、以下に表わされる問題点があるため、 $0.1\mu m$ 以下のパ

ターン変換差を得ることは難しい。

(1) 石英エツティングテーブルからの酸素放出により酸素がエツティングガス中の炭素や弗化炭素と結合するため、プラズマ中のフッ素ラジカル濃度が突発的に増加し、等方的なエツティング系に変化するため、アンダーカットを生ずる。

(2) 石英エツティングテーブルから放出される SiO_x 等の試料表面への再付着により、エツティング面が荒れる。

(問題点を解決するための手段)

本発明は上記の欠点を改善するために提案されたもので、プラズマ中に酸素を放出してフッ素ラジカル濃度を増加させる作用をもつ石英ガラス等のエツティングテーブルとCまたは CF_4 の放出によりフッ素ラジカルを吸収してプラズマ中のフッ素ラジカル濃度を減少させる作用をもつカーボンまたはフッ化炭素(たとえばテフロン)のいずれかを複合させることによつて、プラズマ中のフッ素ラジカル濃度を精密に制御し、良好なパターンを形成することを目的とする。

上記の目的を達成するため、本発明はフロン系あるいは塩素系ガスを用いる反応性スパッタエッチング方法において、プラズマ領域内に石英ガラス及び炭素又は弗化炭素を含む複合材料を配置して、フッ素ラジカルの濃度を制御してエッチングを行うことを特徴とする反応性スパッタエッチング方法を発明の要旨とするものである。

さらに本発明はフロン系あるいは塩素系ガスをを用いる反応性スパッタエッチング装置において、石英ガラス及び炭素あるいは弗化炭素を含むテーブルを備えることを特徴とする反応性スパッタエッチング装置を発明の要旨とするものである。

プラズマに置かれる領域で、とくに、エッチング特性に大きい影響を及ぼすものとして、エッチングテーブルがある。従来は、単一エッチングテーブルを用いており、この場合には、プラズマ中のフッ素ラジカルと CF_n イオンなどのイオン入射エネルギーを独立に制御できなかった。

める領域が円形である場合、図はカーボンあるいはテフロンの占める領域が四角形である場合である。

エッチングテーブルの周囲に配置されている石英ガラス(SiO_2)がエッチングされるとプラズマ中に O_2 , Si , SiO_x 等が放出される。プラズマ中に放出された O_2 は、 COF_n などを生成してフッ素ラジカルの発生を促進させるため、プラズマ中のフッ素ラジカル濃度を増加させる。プラズマ中のフッ素ラジカルが増加するとエッチングは等方的に進行するため、アンダーカットを生ずる。一方、カーボンまたはテフロン(CF_n)は、プラズマ中の O_2 やフッ素ラジカルを吸収し、 CO , CO_2 , CF_n 等を生成する効果があるため、プラズマ中のラジカル成分を調節できる。

一般に、反応性エッチングにおいて、試料9は、エッチングの均一性等を考慮して、エッチングテーブルの中心付近にセットされる。 Ta , W , Mo 等の化学的に活性な高融点金属材料の反応性エッチングでは、試料近傍のラジカル濃度

た。これに対し、本発明では、プラズマに置かれる領域として、周囲を石英ガラスが占め、その内側をカーボンまたはテフロン(フッ化炭素)のいずれかが複合された構造とした反応性スパッタエッチング装置を用いており、この場合には、石英ガラスに対するカーボンまたはテフロンのいずれかの占有面積を変化させることにより、プラズマ中のラジカル濃度を調節できるため、 CF_n イオンなどのイオン入射エネルギーとは独立にラジカル反応を制御できる点に特徴を有している。

次に本発明の実施例を説明する。

なお実施例は一つの例示であつて、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変更あるいは改良を行ううことは言うまでもない。

(実施例)

第1図は、本発明の実施例におけるエッチングテーブルの模式図である。4は石英ガラス、41はカーボンあるいはテフロンである。9は試料を示す。Wはカーボンあるいはテフロンが占

められる領域が重要となるため、カーボンまたはテフロンのいずれかが露出している領域は、エッチングテーブルの中心付近に配置されている必要がある。

第2図は、本発明のエッチングテーブルの効果を示す図であり、カーボンと石英ガラスの面積率を変化させた場合における Ta のエッチング速度と Ta 膜の下地に用いる SiO_2 に対する Ta のエッチング選択比である。第2図からも明らかのように、 SiO_2 に対する Ta のエッチング選択比(Ta/SiO_2)は、石英ガラスに対するカーボンの面積率が0.7までは8~10倍程度有するが、カーボン/石英ガラスの面積率0.7%程度では Ta のエッチング速度が急激に低下するため加工効率の観点からは問題となる。したがって、カーボン/石英ガラスの面積率は、通常の Ta のエッチング速度が得られる0.5以下で構成された複合エッチングテーブルである必要がある。

一方、第3図は、カーボン/石英ガラスの面積率に対するアンダーカット量の関係である。

アンダーカット量は、カーボン/石英ガラスの面積率の増加に伴い急激に減少し、たとえば、カーボン/石英ガラスの面積率 0.7 では $1/100 \mu\text{m}$ 以下とほとんど矩形状のパターン断面を有する金属パターンが得られる。

第 4 図は、カーボン/石英ガラスの面積率が 0.2 のエッチングテーブルを用いて、 CBrF_3 ガスによる反応性エッチングを施した SiO_2/Ta パターンである。図からも明らかなように、第 3 図で説明したようにアンダーカットは $0.12 \mu\text{m}$ で実用上問題がなく、アンダーカットがほとんどない矩形状の断面形状をもつ Ta パターンが得られている。カーボン/石英ガラスの面積は 0.2~0.5 が最適である。図中 42 は基板、43 は被エッチング材、44 はマスクを示す。第 4 図はその顕微鏡写真を示す。

(発明の効果)

以上説明したように、石英エッチングテーブルから放出される O_2 、 Si 、 SiO_x 等のプラズマ雰囲気中への影響を軽減した精密なラジカル成分

の制御と適度なイオン衝撃の相乗効果によつて、アンダーカットを超さず矩形状のパターン断面形状を持つパターンを得る方法として、プラズマにさらされる領域であり最も効果の大きいエッチングテーブルに、石英ガラスとカーボンまたはテフロン of いくつかの材料とを複合させた構造のエッチングテーブルを用いる反応性スパッタエッチング装置による高融点金属材料の反応性エッチングでは、以下に挙げるような利点がある。

(1) 石英ガラスの面積をカーボンあるいはテフロンのいずれかの面積で制御することができるため、石英エッチングテーブルからの酸素放出量が軽減でき、プラズマ中のラジカル濃度の増加を生ぜず、異方性エッチングが安定して行なえる。

(2) 石英テーブルの占有面積が制限され、しかも、試料が石英エッチングテーブル上に配置されないため、石英エッチングテーブルから放出される SiO_x 等の試料表面への再付着によるエッチング面の荒れは解消される。

(3) エッチングテーブルからの O_2 、 Si 、 SiO_x 等の放出量が軽減するため、石英ガラスにカーボンあるいはテフロンのいずれかが複合されたテーブルを用いることによるエッチング速度の減少は、RF パワーなどの増加で十分に補償できる。

(4) カーボンあるいはテフロンと石英ガラスとを複合させたエッチングテーブルを用いるラジカルの濃度調節により、ラジカル成分を精密に制御できるため、アンダーカット量を $1/100 \mu\text{m}$ 以下に抑えることが十分可能である。

なお、本発明の実施例では、局面を石英ガラスが占め、その内側をカーボンまたはテフロンのいずれかが占める 2 分割の例であるが、分割数を増加させても複合エッチングテーブルの効果があることは明らかである。さらに、効果は小さいが、対向電極やエッチング室の壁に石英ガラスとカーボンまたはテフロンのいずれかを複合した材料を用いてもよいことがわかる。従つてテーブルに限定されることはない。また石

英ガラス上にカーボンまたはテフロンを塗いたエッチングテーブルを用いてもよく、石英ガラス中にカーボンまたはテフロンが混合されたエッチングテーブルを用いてもよく、石英ガラスの代りにサファイア等を用いてもよい。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明を説明するエッチングテーブルの模式図、第 2 図は本発明の第一の効果を説明する図であり、Ta のエッチング速度および SiO_2 に対する Ta のエッチング選択比を石英エッチングテーブルに対するカーボンの面積率に対して求めたもの、第 3 図は本発明の第二の効果を説明するための図であり、アンダーカット量を石英エッチングテーブルに対するカーボンの面積率について求めたもの、第 4 図は本発明の効果を説明する図であり、石英ガラスとカーボンとの複合エッチングテーブルを用い、 CBrF_3 ガスによる反応性エッチングで得られた SiO_2/Ta パターンの断面図、第 5 図はその顕微鏡写真を示す。第 6 図は従来の高融点金属材料のパターン製造装

62-254428 (5)

す、第7図は CBrF_3 ガスを用いた従来の製造装置でTa膜を反応性エッチングした後のTaパターンの断面図、第8図はその顕微鏡写真を示す。

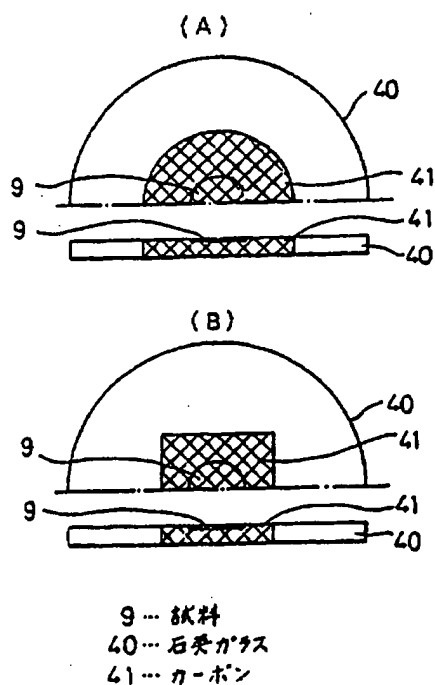
- 1 …… 真空試験室
- 2 …… 上部電極
- 3 …… 下部電極兼水冷試料テーブル
- 4 …… RF電源
- 5 …… 絶縁材料
- 6 …… 試料水冷パイプ
- 7 …… 視窓
- 8 …… 石英エッチングテーブル
- 9 …… 試料(基板)
- 10, 12 …… ストップバルブ
- 11 …… エッチングガス導入バルブ
- 13 …… 真空試験室内のリークバルブ
- 14 …… 真空試験室内の真空度モニター
- 20 …… 可変主バルブ
- 21 …… 吸引バルブ
- 22 …… エッチングバルブ
- 23 …… 補助バルブ

- 24 …… 排気系の真空度モニター
- 25 …… 液体窒素トラップ
- 26 …… 水冷パンプ
- 27 …… 油拡散ポンプ
- 28, 31 …… 油型転ポンプ
- 29 …… メカニカルブースタポンプ
- 30 …… ストップバルブ
- 40 …… 石英ガラス
- 41 …… カーボン
- 42 …… 基板
- 43 …… 被エッチング材
- 44 …… マスク

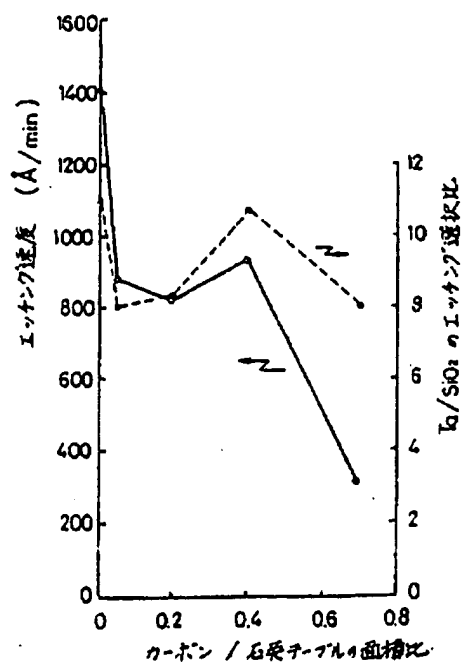
特許出願人 日本電信電話株式会社

代理人 弁護士 高山 敏 (ほか1名)

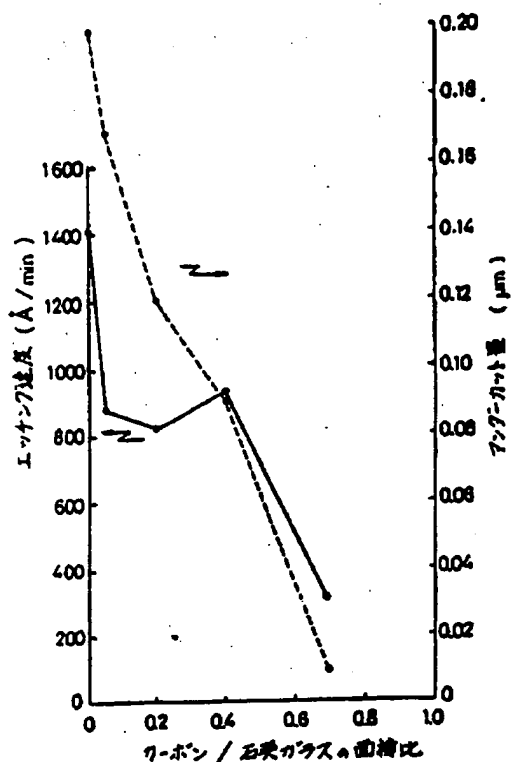
第1図



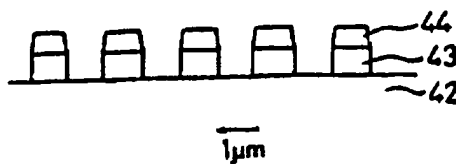
第2図



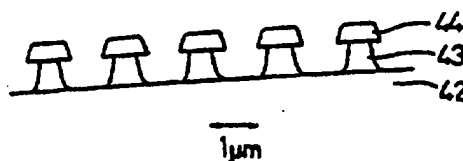
第 3 版



第 4 圖



第 7 圖



手 續 補 正 書 (方式)

昭和42年7月16日

得勝序長雷 平賀通郎 監

1. 事件の提示

1961年 7月 27日 第96858号

2. 異名

反応性スパッタエッチング法と反応性スパッタエッチング装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名 称 (422) 日本電信電話株式会社

4.代 理 人 平 160

住所 東京都新宿区西新宿7丁目5番10号
 森2ビルディング7階
 電話 (03) 365-1882 楠

氏 名 井理士(6108) 高 山 敏

5. 改正命令の付

昭和61年6月4日（発進日 昭和61年6月24日）

4. 補正の対象

(1) 明細書中「発明の詳細な説明」及び「図面の簡単な説明」の欄

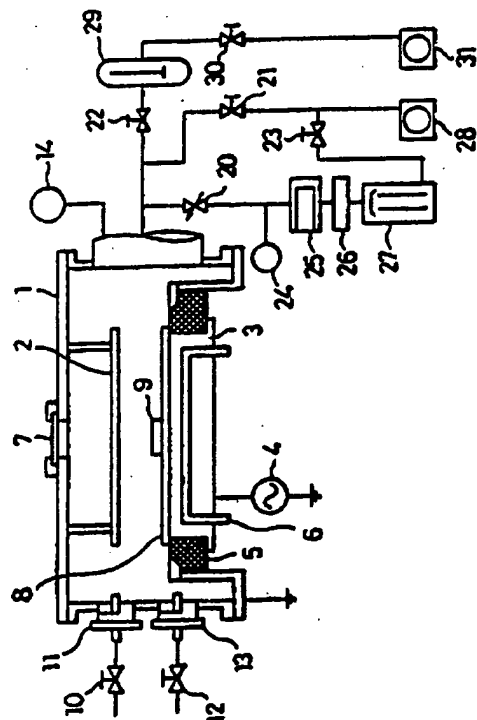
(2) 出 現

7. 補正の内容

別紙のとおり

[illegible]

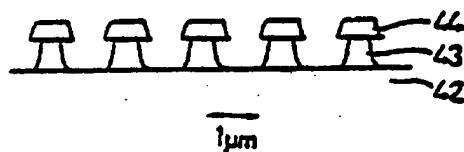
方 式 木



4882-254428 (7)

1. 第5図及び第8図を削除し、~~第6図を第5図と訂正する。~~と訂正する。
2. 第6図及び第7図を夫々第5図、第6図と訂正する。
3. 明細書第2頁第18行目の「第6図」を「第5図」と訂正する。
4. 同第3頁第8行目の「第7図」を「第6図」と訂正する。
5. 同第3頁第9及び第10行目の「第8図はその顕微鏡写真を示す。」を削除する。
6. 同第11頁第15及び16行目の「第4図はその顕微鏡写真を示す。」を削除する。
7. 同第14頁第19行目の「、第5図はその顕微鏡写真」を削除する。
8. 同第14頁末行の「第6図」を「第5図」と訂正する。
9. 同第15頁第1行目の「第7図」を「第6図」と訂正する。
10. 同第15頁第3行目の「の断面図、第8図はその顕微鏡写真を示す。」を「の断面図を示す。」

第6図



第7図

